

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ДЕСОРБЦИИ АМИНОКИСЛОТ С ПОВЕРХНОСТИ ТВЁРДОГО АДсорБАТА

Головченко К.К., Голованова О.А.

Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, г. Омск, Apulong@gmail.com

Аминокислоты играют важную роль в обмене веществ живого организма. Существует ряд предположений, согласно которым в основе процессов минерализации лежит адсорбционное взаимодействие свободных аминокислот и связанных в белковые молекулы с неорганическими компонентами биожидкостей и формирующимися фазами. Известно, что взаимодействие органической и минеральной составляющих организма имеет большое значение в таких процессах биогенной кристаллизации, как формирование костного матрикса живого организма, а также зарождение и рост патогенных образований [Лемешева, 2009]. В частности, к таким процессам относят адсорбционно-десорбционное взаимодействие аминокислот с поверхностями минеральных составляющих организма. Известно, что фосфаты кальция входят в состав физиогенных и патогенных минеральных образований и поэтому возможно проводить исследования их адсорбционно-десорбционного взаимодействия с аминокислотами [Голованова, 2006].

Ранее нами было установлено, как протекает адсорбция аминокислот на поверхности фосфатов кальция [Голованова, 2017]. Для изучения равновесных процессов в данной работе внимание уделяется десорбции аминокислот с поверхности фосфатов кальция. Десорбция – это обратная адсорбция, она происходит, когда молекулы, ранее привязанные к поверхности, отсоединяются и возвращаются в объемную фазу. Для прохождения десорбции, все контакты между аминокислотой или белком и поверхностью должны быть одновременно разрушены. Анализ литературных данных показал, что информация о десорбции аминокислот с поверхности фосфатов кальция практически отсутствует [Дее, 2002]. В связи с этим актуальны исследования, направленные на изучение закономерностей десорбции аминокислот на неорганической составляющей – фосфатов кальция.

Методическая часть.

Десорбционный эксперимент. Навеску фосфата кальция с адсорбированной аминокислотой массой 0.5 г помещают в колбу и заливают водным раствором. Варьируется pH 5,00-9,00 \pm 0,05 с шагом 1,00. Встряхивают колбу в течение 30 минут, после чего оставляют на 7 дней. По истечении указанного времени содержимое колб фильтруют, отделяя твёрдую фазу, и определяют содержание аминокислот в филь-

trate методом перевода аминокислот в растворимые медные соли и их последующем фотометрическом определении, измеряют pH после эксперимента.

Определение концентрации аминокислот проводили фотометрическим методом. Определение оптической плотности стандартных растворов проводятся в интервале длин волн, включающем величину 670 нм. Определение неизвестной концентрации аминокислоты проводили с помощью градуировочного графика. Для измерения pH использовали метод прямой потенциометрии. Измерения проводят в стеклянном стакане, который предварительно обрабатывается. Погрешность измерения \pm 0.01 ед. pH.

Результаты и обсуждение.

Исследованы процессы адсорбции аминокислот на гидроксилпатите (ГА) и выявлены значения pH максимальной адсорбции: для глицина при pH = 7.50 ± 0.05 , аланина при pH = 6.00 ± 0.05 , аспарагиновой кислоты при pH = 8.00 ± 0.05 , глутаминовой кислоты при pH = 5.00 ± 0.05 , аргинина при pH = $5.00-6.00 \pm 0.05$ [Голованова, 2017]. Аналогичные данные были получены и для брусита: для глицина, аланина, аспарагиновой и глутаминовой кислот максимальная адсорбция происходит при pH = 7.50 ± 0.05 , а для аргинина при pH = 8.00 ± 0.05 [Голованова, 2017].

На аналогичных фазах проведен десорбционный эксперимент аминокислот с поверхности гидроксилпатита и брусита.

Первоначально проведено варьирование pH раствора при десорбции аминокислот на поверхности гидроксилпатита. Полученные экспериментальные данные сведены в табл. 1. Сделан перерасчет на процентное содержание аминокислот (табл. 2).

Таблица 1. Результат десорбционного эксперимента аминокислот на гидроксилпатите

	ИЭТ	pH	5,00	6,00	7,00	8,00
Глицин	6,0	Ср, моль/л	0,004	0,005	0,009	0,006
Аланин	6,0		0,003	0,004	0,003	0,003
Аспарагиновая кислота	3,0		0,006	0,004	0,004	0,004
Глутаминовая кислота	3,2		0,006	0,004	0,004	0,002
Аргинин	10,8		0,001	0,003	0,003	0,004

Таблица 2. Результат десорбционного эксперимента аминокислот на гидроксилapatите в %

	pH	5,00	6,00	7,00	8,00
Глицин	W, %	44,44	55,55	100,0	66,67
Аланин		75,00	100,0	75,00	75,00
Аспарагиновая кислота		100,0	66,67	66,67	66,67
Глутаминовая кислота		100,0	66,67	66,67	33,33
Аргинин		25,00	75,00	75,00	100,0

Таблица 3. Результат десорбционного эксперимента аминокислот на бруштите

	pH	6,50	7,50	8,50
Глицин	Ср, моль/л	0,016	0,016	0,015
Аланин		0,011	0,011	0,010
Аспарагиновая кислота		0,011	0,011	0,010
Глутаминовая кислота		0,017	0,016	0,016
	pH	7,00	8,00	9,00
Аргинин	Ср, моль/л	0,010	0,011	0,012

Анализ табл. 2 показал, что значение десорбции аминокислот на поверхности гидроксилapatита достигает предела в значениях pH, которые находятся ближе к изоэлектрической точке аминокислот. Например, изоэлектрическая точка аргинина равна 10,8, а максимальное значение десорбции при pH = 8 достигает предела.

По полученным данным был предложен десорбционный ряд аминокислот при pH = 7,00: глицин > аланин > аргинин > аспарагиновая кислота = глутаминовая кислота. Данное значение pH выбрано в связи с его близостью к pH плазмы крови (pH = 7,4).

Далее исследована десорбция аминокислот с поверхности брушита при pH максимальной адсорбции аминокислот (табл. 3). Проведен перерасчет на процентное содержание аминокислот (табл. 4).

Выявлено (табл. 4), что десорбция аминокислот с поверхности брушита достигает в значениях pH, которые находятся ближе к изоэлектрической точке аминокислот, такие же данные получены и для ГА. По полученным данным был предложен ряд при pH = 7,50: глицин = аланин = аспарагиновая кислота > глутаминовая кислота > аргинин.

Сравнение рядов десорбции позволило выявить, что отличие присутствует в положении аргинина в рядах десорбции. По нашему мнению это связано с тем, что благодаря пространственному строению связь аргинина с поверхностью гидроксилapatита сильнее, чем с поверхностью брушита [Rimola, 2012].

Таблица 4. Результат десорбционного эксперимента аминокислот на бруштите в %

	pH	6,50	7,50	8,50
Глицин	W, %	100,0	100,0	93,75
Аланин		100,0	100,0	90,91
Аспарагиновая кислота		100,0	100,0	90,91
Глутаминовая кислота		100,0	94,12	94,12
	pH	7,00	8,00	9,00
Аргинин	W, %	83,33	91,67	100,0

Выводы

1. Исследована десорбция аминокислот с поверхностей фосфатов кальция.
2. Установлено, что десорбция в обоих случаях достигает предельного значения при pH, находящихся ближе к изоэлектрической точке.
3. Получены ряды десорбции для гидроксилapatита и брушита. Отмечено, что отличие присутствует в положении аргинина в рядах десорбции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Голованова О. А. Патогенные минералы в организме человека. Омск : Изд-во ОмГУ, 2006. 400 с.
2. Голованова О. А., Головченко К. К. Изучение поверхностных свойств брушита при сорбции аминокислот. Бутлеровские сообщения. 2017. Т.50. №6. С.77-85. ROI: jbc-01/17-50-6-77
3. Голованова О. А. , Головченко К. К. Изучение поверхностных свойств гидроксилapatита при сорбции аминокислот. Бутлеровские сообщения. 2017. Т.51. №8. С.51-57. ROI: jbc-01/17-51-8-51
4. Лемешева С.А. Химический состав, свойства костного апатита и его аналогов. Дис. кандидата хим. наук. Омск, 2009. 177 с.
5. Dee Kay C., Puleo David A., Bizios Rena. An Introduction to Tissue-Biomaterial Interactions. // ISBN: 978-0-471-25394-5, Wiley 2002. P. 37-52.
6. Golovanova O. A., Golovchenko K. K. Study of the surface properties of brushite during sorption of amino acids. Butlerov Communications. 2017. V.50. №6. P.77-85. ROI: jbc-02/17-50-6-77
7. Golovanova O. A., Golovchenko K. K. Study of the surface properties of hydroxylapatite during sorption of amino acids. Butlerov Communications. 2017. T.51. №8. P.51-57. ROI: jbc-02/17-51-8-51
8. Rimola A., Corno M., Garza J., Ugliengo P. Ab initio modelling of protein-biomaterial interactions: influence of amino acid polar side chains on adsorption at hydroxyapatite surfaces. // Phil. Trans. R. Soc. A. 2012. V. 370, P. 1478–1498. doi:10.1098/rsta.2011.0236